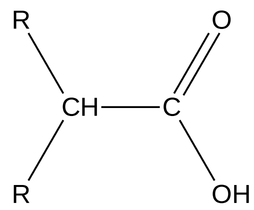
Composition du 1er semestre (4 heures)

Exercice n°1 : (3 points)

1) L'acide valproïque, noté A, aux effets antiépileptiques est un acide carboxylique à chaîne carbonée saturée. Il est synthétisé par **oxydation totale** d'un alcool B avec le dichromate de potassium en milieu acide.
   a) Quelle est la classe de l'alcool B utilisé ?
   b) Ecrire l'équation bilan de l'oxydation de l'alcool B par le dichromate en utilisant les formules générales.
   c) On donne les concentrations molaires volumiques et les volumes de la solution d'alcool B et des solutions S_1, S_2, S_3 de dichromate de potassium : Quelle(s) est (sont) la (les) solution(s) pouvant être utilisée(s) dans l'oxydation totale de cet alcool B ?

	Solution d'alcool B	Solution S_1	Solution S_2	Solution S_3
Volume (mL)	200	100	200	600
Concentration molaire ($mol.L^{-1}$)	0,3	0,4	0,5	0,04

2) Une analyse quantitative de l'acide carboxylique montre que le pourcentage massique en carbone qu'il contient est de 66,67%.
   a) Déterminer sa formule brute.
   b) Sachant que l'acide carboxylique n'est ramifié qu'une seule fois sur le carbone **numéro 2**, déterminer ses formules semi développées possibles.
   c) En réalité, l'acide valproïque est un des isomères de l'acide carboxylique dont sa formule semi développée est de la forme suivante, où R est un groupe alkyle : Identifier alors l'acide A et donner son nom dans la nomenclature systématique.



3) Donner la formule semi développée de l'alcool B ainsi que son nom.
4) On désire synthétiser un ester par action de la solution d'alcool B sur l'acide valproïque A.
   a) A partir des formules semi développées de A et de B, écrire l'équation bilan de cette estérification.
   b) Afin de vérifier la classe de l'alcool B, déterminer le pourcentage d'alcool estérifié si la masse de l'ester obtenu est de 10,3 g.

Exercice n°2 : (3 points)

1) A la date t = 0 on verse un volume V_1 = 500 mL d'eau oxygénée (H_2O_2) de concentration $C_1 = 2.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$ dans un volume V_2 = 500mL d'une solution d'iodure de potassium (K^+ ; I^-) de concentration $C_2 = 6.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$ et un peu d'acide sulfurique concentrée.
   a) Montrer que l'oxydation de l'ion iodure par le peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) est donnée par l'équation-bilan :

$$H_2O_2 + 2H_3O^+ + 2I^- \rightarrow I_2 + 4H_2O$$

On donne les couples redox mis en jeu : H_2O_2/H_2O et I_2/I^-

   b) Déterminer les concentrations initiales des ions iodures (I^-) et de l'eau oxygénée (H_2O_2) dans le mélange initial. En déduire le réactif limitant.
2) Les conditions sont telles que la réaction inverse est impossible. Une méthode appropriée permet de suivre l'évolution de la concentration de l'ion iodure restante dans le mélange, dont la température T et le volume V restent constants. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

t (min)	0	1	2	4	6	8	12	16	20	30
$[I^-]10^{-3}mol.L^{-1}$	30	27	24,4	20,2	17,6	15,4	12,4	10,6	9,4	8

a) Tracer la courbe représentant la variation de $[I^-]$ en fonction du temps. **(0,75 pt)**
Echelle : abscisse : 1cm → 2 min ; ordonnée : 1cm →2.10^{-3} mol.L^{-1}.
b) Déterminer la vitesse moyenne volumique de disparition de l'ion iodure (I^-) entre les dates t = 0 et t = 12 min.

3) Déterminer graphiquement la vitesse instantanée volumique de disparition de l'ion iodure (I^-) aux dates t = 0 et t = 10 min. Comment peut-on expliquée l'évolution de cette vitesse constatée.
4) Déterminer graphiquement le temps de demi réaction. Justifier la réponse.

Exercice n°3 : (5 points)

Une fusée est constituée d'un bâti de masse m_1 constante. La propulsion est assurée par l'éjection de gaz brûlés résultant de la combustion du propergol. La masse de propergol initial est notée m_0 et on note m(t) la masse de propergol restant dans les réservoirs à l'instant t. les gaz brûlés sont éjectés avec un débit massique (masse éjectée par unité de temps) q supposé constant, et avec une vitesse $\vec{u}=-u\vec{u_z}$ relativement à la fusée supposée constante.

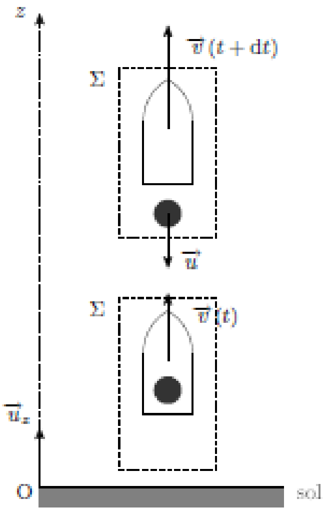
On note $M(t)=m_1+m(t)$ la masse totale de la fusée et $M_0=m_1+m_0$ cette masse à l'instant initial $t=0$ de lancement.

Données : g=10 m.s^{-2} ; $m_1=2000\,kg$; $m_0=8000\,kg$; $u=2\,km.s^{-1}$; $q=125$ kg.s^{-1}

1) Evolution de la masse de la fusée au cours du temps.
   a) Exprimer la masse du propergol m(t) restant dans les réservoirs à un instant t en fonction du débit massique q, de m_0 et de t.
   b) En déduire l'expression de l'instant t_1 de la fin de combustion du propergol.
   Calculer cette date t_1.
   c) Exprimer la masse M(t) de la fusée en fonction de M_0, q et t.
2) Equation du mouvement

On définit le système Σ à l'instant t comme étant l'ensemble de la fusée (bâti et propergol) à cet instant. A l'instant t+dt, ce système se décomposent en deux parties : la fusée à l'instant t+dt et les gaz éjectés entre t et t+dt. On note $\vec{p}$ la quantité de mouvement du système Σ.

   a) Ecrire le principe fondamental de la dynamique appliquée au système Σ dans le référentiel terrestre lié au sol supposé galiléen.
   b) Exprimer les quantités de mouvement $\vec{p}$(t) et $\vec{p}$(t+dt) en fonction de $\vec{v}$, $\vec{u}$, d$\vec{v}$, M(t) et la masse dm de gaz éjectés entre t et t+dt.
   c) En déduire que l'équation du mouvement de la fusée s'écrit :
   M(t) $\vec{a}$(t) = M(t) $\vec{g}$ + $\vec{\pi}$ avec $\vec{\pi}$=-q $\vec{u}$, appelée force de poussée.
   d) A quelle condition la fusée peut-elle décoller à l'instant t=0 ?
   vérifier numériquement que cette condition est remplie.



3) Accélération et vitesse de la fusée

On s'intéresse au mouvement d'ascension de la fusée compris entre $t=0$ et $t=t_1$ (fin de combustion du propergol)

   a) Exprimer l'accélération $a(t)$ de la fusée, en fonction de M_0, q, u, g et t.
   b) En déduire l'expression de la vitesse $v(t)$ de la fusée.

On rappelle que :

$$\int \frac{1}{a-bx}\mathrm{d}x = \frac{-1}{b}\ln|a-bx| + \mathrm{C^{te}}$$ où a et b sont des constantes

c) En déduire la valeur numérique de la vitesse v_1 atteinte à la fin de ka combustion du propergol.

Exercice n°4 : (5 points)

Partie 1 :

On considère un plateau P de masse m = 500g fixée à l'extrémité supérieure d'un ressort constamment vertical de raideur K=50N/m et dont l'autre extrémité est fixée au sol (voir fig1).

1) Préciser l'état du ressort quand le système est à l'équilibre.
2) On tire le plateau vers le bas de 2 cm et on l'abandonne avec vitesse initiale v_0 = 0,2m/s.
   a) Déterminer l'équation différentielle du mouvement du plateau.
   b) En déduire l'équation horaire de son mouvement.
3) On immobilise le plateau à nouveau. A partir d'une hauteur h au-dessus du plateau on laisse tomber un solide S de masse M = 1kg sans vitesse initiale. Le solide arrive sur le plateau et s'y encastre (voir fig. 2)
   a) Déterminer la vitesse du solide S juste avant le choc si h=10cm.
   b) Donner l'expression de l'énergie mécanique du système (plateau, solide S, ressort, terre) quand le solide est à une position z quelconque.
   c) Ce système étant conservatif ; calculer alors la valeur de son énergie mécanique totale juste après le choc.
   d) Déduire de ce qui précède les positions limites atteintes par le plateau.

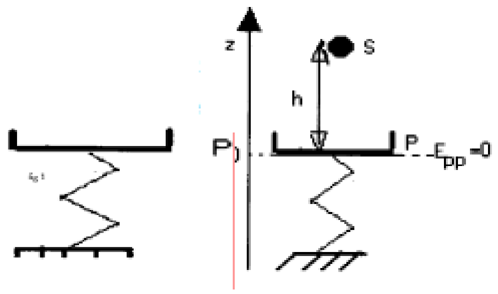


Fig.2

Partie 2 :

Un système d'un grand cerceau de centre I, de rayon R=10 cm et de masse M, puis d'un petit cerceau de centre J, de rayon $r = \frac{R}{2}$ de masse $m = \frac{M}{2}$. Le petit cerceau est soudé au point K du grand cerceau tel que les points O, I, J, K sont alignés. Les deux cerceaux sont solidaires et appartiennent à un même plan (figure 3). Le système ainsi constitué est mobile autour d'un axe fixe (Δ) passant par le point O du grand cerceau. O est diamétralement opposé à K.

1) Prouver que la position du centre d'inertie G du système par rapport à l'axe (Δ) est donnée par la relation $OG = \frac{7}{6}R$ et que le moment d'inertie est du système par rapport à cet axe $J_\Delta = \frac{13}{4}MR^2$
2) On écarte le système d'un angle faible θ_m à partir de sa position d'équilibre et on l'abandonne sans vitesse initiale (figure 4).
   a) Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement du pendule.
   b) Déterminer la longueur du pendule simple synchrone au pendule pesant.

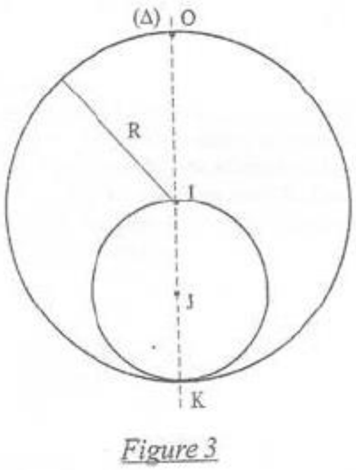


Figure 3

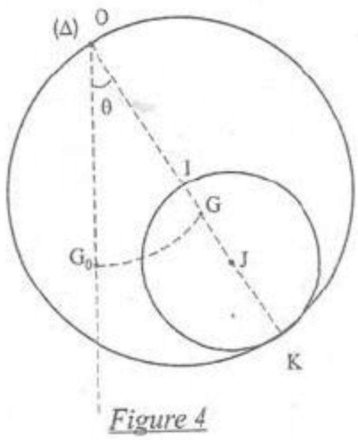
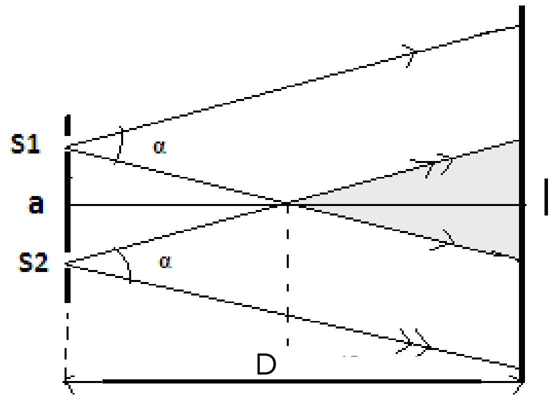


Figure 4

Exercice n°5 : (4 points)

Un dispositif interférentiel comporte deux sources lumineuses S_1 et S_2 ponctuelles émettant en concordance de phase une radiation monochromatique de longueur d'onde λ. La distance entre S_1 et S_2 est a = 2mm. On place un écran E parallèle au plan formé par S_1 et S_2 à une distance D de ce dernier.



1) Pour D=D_1 l'interfrange du système d'interférences obtenue est i_1=0,54mm. Lorsqu'on augmente D de 0,5m l'interfrange devient i_2=0,72mm.
   a) Rappeler la définition de l'interfrange.
   b) Déduire des données la valeur de D_1 et celle de λ.
2) On fixe D à 2m ; les faisceaux issus de S_1 et S_2 ont chacun pour angle d'ouverture α=0,008 rad et les bords des faisceaux sont parallèles deux à deux.
   a) Qu'observe-t-on sur l'écran dans le champ d'interférences.
   b) Déterminer la largeur l du champ d'interférences.
   c) Déterminer le nombre de franges brillantes et celui de franges sombres sur l'écran.
3) Les sources S_1 et S_2 émettent à présent en plus de la radiation précédente une autre radiation λ' = 0,64 µm. A quelle distance de la frange centrale observe-t-on la première coïncidence entre les milieux des franges brillantes **?**
4) Les sources S_1 et S_2 émettent de la lumière blanche.
   a) Qu'observe-t-on sur l'écran E ?
   b) On place la fente d'un spectroscope dans le plan de l'écran E et parallèlement à la frange centrale et à 2 mm de celle-ci. Quel est le nombre des franges brillantes observées en ce point et leurs longueurs d'ondes ?

On rappelle que les limites du spectre visible sont [0,4µm ; 0,8µm]

BONNE CHANCE